

# Miel

## I - Viscosité.

La viscosité du miel dépend de sa teneur en eau, de sa composition chimique et de sa température. La plupart des miels se comportent comme des **liquides newtoniens** mais certains d'entre eux ont, du fait de leur composition particulière, des propriétés particulières.

### Exemples:

Les miels de Callune (*Calluna vulgaris*, bruyère) sont **thixotropes**. Au repos, le miel de Callune se présente comme une substance gélatineuse suffisamment rigide pour qu'on ne puisse pas la faire couler. Il suffit de le remuer pour que cet état disparaisse; il devient aussi fluide que n'importe quel miel, mais au bout d'un temps assez court, il reprend sa rigidité.

Les miels d'eucalyptus sont **dilatants** : ils présentent une viscosité très élevée lorsqu'ils sont soumis à une agitation; ceci explique pourquoi ils peuvent arriver à bloquer l'extracteur en fonctionnement, alors qu'au repos ils coulent sans difficulté.

1) Faire un schéma représentant 2 couches de fluide et définir :

- $\varepsilon$  = vitesse de cisaillement ou gradient de vitesse
- $\tau$  = taux de cisaillement ou contrainte de cisaillement
- $\eta$  = viscosité apparente du fluide

Préciser dans quelles unités sont données ces grandeurs.

2) Que signifie :

- fluide newtonien
- fluide thixotrope rhéofluidifiant avec seuil d'écoulement
- fluide dilatant, ou rhéoépaississant

Faire dans chaque cas un schéma explicatif.

## 3) Mesure de la viscosité du miel

Le **viscosimètre à chute de bille** est un long tube rempli d'un fluide de masse volumique  $\rho$ , dans lequel on fait tomber une bille sphérique de rayon  $R$ , de volume  $V$  et de masse volumique  $\rho_0$ . On mesure le temps de chute de la bille entre 2 repères a et b distants de :  $L = 10$  cm.

a) Quel est le type de fluide dont on peut mesurer la viscosité avec cet appareil ?

b) Faire le bilan des forces appliquées à la bille dans sa chute et les représenter sur un schéma (poids, poussée d'Archimède, force de frottement visqueux) si le tube est vertical.

La force de frottement visqueux est donnée par la loi de Stokes :  $\vec{F} = -k\eta R \vec{v}$

c) La bille atteint rapidement sa vitesse limite  $v_L$  avant d'arriver devant le repère supérieur a.

1) A quelle condition la bille peut-elle atteindre une vitesse constante ?

2) Déterminer cette vitesse limite  $v_L$  en fonction de  $\rho_0$ ,  $\rho$ ,  $V$ ,  $g$ ,  $k$  et  $R$ .

3) Exprimer cette vitesse limite  $v_L$  en fonction du temps de chute  $t$  entre les 2 repères distants de  $L$ .

4) En déduire que la viscosité du fluide peut être donnée par l'expression :

$$\eta = K (\rho_0 - \rho) t$$

$K$  étant la constante d'étalonnage du viscosimètre pour une bille donnée.

e) Application numérique : déterminer la viscosité  $\eta$  du miel à 35 °C.

$K = 0,08626$  si  $\rho$  est exprimée en  $\text{g.cm}^{-3}$ , le temps  $t$  en secondes et la viscosité en mPl.

Bille de fer de masse volumique :  $\rho_0 = 8,148 \text{ g.cm}^{-3}$

Miel de masse volumique :  $\rho = 1,422 \text{ g.cm}^{-3}$

Temps de chute de la bille entre les 2 repères :  $t = 44,1 \text{ s}$

## II – Polarisation de la lumière

Le spectre de couleur auquel les abeilles sont sensibles est légèrement différent du notre : si elles ne font pas de différence entre le rouge et le noir, le jaune et le vert ou l'orange, le bleu, le pourpre et le violet, elles voient les couleurs jusque dans **l'ultra violet** : une fleur a beau nous sembler d'un jaune identique pour les pétales et le cœur, il n'en sera pas de même pour l'abeille qui verra le centre de la fleur noir.

Du fait du grand nombre de facettes (150) de leurs yeux, les abeilles sont sensibles à la **polarisation de la lumière**.

- 1) Où se situe l'ultra violet par rapport au spectre visible pour l'œil humain ? Donner une valeur de longueur d'onde possible.
- 2) Faire un schéma clair expliquant ce que signifie « lumière polarisée ».
- 3) Noter sur ce schéma le plan de polarisation.
- 4) Comment peut-on obtenir de la lumière polarisée ?  
Comment peut-on fabriquer un polariseur ?
- 5) Citer 2 à 3 personnes ayant travaillé sur la polarisation de la lumière.

## III – Pouvoir rotatoire

Une butineuse prélève sur les fleurs le nectar, liquide sucré, sécrété puis excrété par des glandes dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes. Le changement de la solution sucrée en miel commence déjà lors du voyage, au cours duquel elle est accumulée dans le jabot de l'abeille. C'est dans son tube digestif que s'amorce la longue transformation : des enzymes agissent sur le nectar. **Le saccharose, sous l'action de l'invertase, se transforme principalement en glucose et en fructose.**

- 1) Que signifie « inversion du saccharose » ?

Saccharose	Glucose	Fructose
$M_S = 342 \text{ g}$	$M_G = 180 \text{ g}$	$M_F = 180 \text{ g}$
Dextrogyre	Dextrogyre	Lévogyre
$[\alpha]_s = 66,5 \text{ }^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^3$	$[\alpha]_s = 52,7 \text{ }^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^3$	$[\alpha]_s = -92,2 \text{ }^\circ \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^3$

- 2) Pourquoi les pouvoirs rotatoires spécifiques sont-ils donnés pour :  $\lambda = 589,3 \text{ nm}$  ?

- 3) Un miel contient en moyenne 31 % en poids de glucose (c'est à dire 31 grammes de fructose pour 100 grammes de miel) et 38 % en poids de fructose.
- Le miel ayant une masse volumique :  $\rho = 1,422 \text{ g.cm}^{-3}$ , déterminer les concentrations massiques (en  $\text{g.cm}^{-3}$ ) du glucose et du fructose dans ce miel.
  - En déduire son pouvoir rotatoire spécifique :  $[\alpha_s]_{\text{miel}}$ , en  $^{\circ}.\text{dm}^{-1}$ .
  - Peut-on utiliser un polarimètre de Laurent pour le mesurer ?

#### IV – Spectrophotométrie

La fermentation des miels est un processus naturel exploité par l'homme pour s'enivrer depuis la plus haute Antiquité et dont les Dieux Grecs se régalaient sur le mont Olympe. La production d'hydromel reste un débouché intéressant pour les apiculteurs dont les miels ont débuté une fermentation. Attention, l'abus d'alcool est dangereux pour la santé.

Cette fermentation doit son origine à une teneur trop élevée des miels en eau (plus de 18 %), à la présence de ferments sous forme de levures homophiles. Ces levures particulières sont capables de se multiplier dans des solutions de sucres très concentrées

La recherche d'une méthode de détection efficace et rapide de la fermentation tient dans la technique enzymatique du dosage d'un métabolite de la fermentation alcoolique, le glycérol.

Le glycérol est naturellement faiblement présent dans les miels du fait de quelques levures (inf. 1000/g). La corrélation est parfaite entre le taux de glycérol dans le miel et l'importance de la fermentation subie par celui-ci. Si le taux mesuré dépasse 100 mg/kg, la fermentation est certaine mais imperceptible à la gustation, à 200 mg/kg des anomalies sensorielles et gustatives sont perceptibles.

**Le dosage du glycérol s'effectue par spectrophotométrie** selon la méthode enzymatique.

Une succession d'enzymes catalyse en éprouvette différentes réactions chimiques :

- en présence d'ATP, une glycérokinase transforme le glycérol du miel en glycérol-3-phosphate avec réduction de l'ATP en ADP+ ;
- une seconde enzyme, la pyruvate kinase en présence de phosphoénol pyruvate retransforme l'ADP+ en ATP et en pyruvate (sel de l'acide pyruvique) ;
- enfin, sous action d'une lactate déshydrogénase et en présence de NADH, le pyruvate est réduit en lactate avec formation de NAD.

La quantité de NAD formée est proportionnelle à la quantité de glycérol initialement présente dans le miel. C'est la quantité de NAD qui est mesurée grâce à son **absorption lumineuse dans l'ultraviolet proche (340 nm)**. Une simple formule mathématique permettra de convertir l'absorbance mesurée en quantité de glycérol par kilogramme de miel. Un miel qui contient plus de 300 mg de glycérol par kg doit être considéré comme fermenté et n'est plus commercialisable.

- Quelle est la définition de l'« absorbance » ? Faire un schéma.
- Pourquoi travaille-t-on à une longueur d'onde bien précise ?
- Donner le schéma de principe d'un spectrophotomètre.  
La source lumineuse utilisée doit-elle être monochromatique ou polychromatique ?

Tous mes remerciements à la revue « **Abeille de France** ».